



ADAMS & WILKS  
ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW  
50 BROADWAY  
31st FLOOR  
NEW YORK, NEW YORK 10004

BRUCE L. ADAMS  
VAN C. WILKS\*

JOHN R. BENEFIEL\*  
PAUL R. HOFFMAN  
TAKESHI NISHIDA  
FRANCO S. DE LIGUORI\*

\*NOT ADMITTED IN NEW YORK  
\*REGISTERED PATENT AGENT

RIGGS T. STEWART  
(1924-1993)

TELEPHONE  
(212) 809-3700

FACSIMILE  
(212) 809-3704

November 24, 2003

COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, DC 20231

Re: Patent Application of Akihhiro AIINO et al.  
Serial No. 09/772,628 Filing Date: January 30, 2001  
Examiner: Mark O. Budd Group Art Unit: 2834  
Docket No. S004-4198

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

1. Japanese Patent Appln. No. 2000-022873 filed January 31, 2000
2. Japanese Patent Appln. No. filed
3. Japanese Patent Appln. No. filed
4. Japanese Patent Appln. No. filed
5. Japanese Patent Appln. No. filed
6. Japanese Patent Appln. No. filed
7. Japanese Patent Appln. No. filed
8. Japanese Patent Appln. No. filed
9. Japanese Patent Appln. No. filed
10. Japanese Patent Appln. No. filed
11. Japanese Patent Appln. No. filed

Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: COMMISSIONER OF PATENTS & TRADEMARKS, Washington, DC 20231, on the date indicated below.

MICHAEL RUAS

Name

*Michael Ruas*

Signature

NOVEMBER 24, 2003

Date

BLA: mr  
Enclosures

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS  
Attorneys for Applicant(s)

By: *B. L. Adams*  
Bruce L. Adams  
Reg. No. 25,386

## 日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 1月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-022873

出 願 人

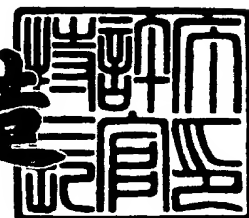
Applicant(s):

セイコーインスツルメンツ株式会社

2000年11月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3095786

【書類名】 特許願

【整理番号】 99000953

【提出日】 平成12年 1月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02N 2/00  
B06B 1/06

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 飯野 朗弘

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

【氏名】 春日 政雄

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

【氏名】 鈴木 誠

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 佐藤 樹

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 渡辺 聖士

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 鈴木 陽子

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 服部 純一

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電駆動体、超音波モータ及び超音波モータ付き電子機器

【特許請求の範囲】

- 【請求項 1】 圧電素子を有する方形板状の振動体と、  
前記振動体に設けられた突起と、  
前記突起に接触し、これにより駆動される移動体と、  
を有する超音波モータにおいて、  
前記圧電素子は、前記振動体の対角線上に節を有する振動波を励振し、  
前記突起は、前節を外れた位置に設けられたことを特徴とする超音波モータ。
- 【請求項 2】 圧電素子を有する方形板状の振動体と、  
前記振動体に設けられた突起と、  
前記突起に接触し、これにより駆動される移動体と、  
を有する超音波モータにおいて、  
前記圧電素子は、前記振動体の第一の辺の中央と前記第一の辺と向かい合う第二の辺の中央を結ぶ線上に節を有する振動波を励振し、  
前記突起は、前記節を外れた位置に設けた位置に設けられたことを特徴とする超音波モータ。
- 【請求項 3】 前記突起は二つであり、これら突起は、前記振動体の中心を基準として点対称の位置に設けられたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波モータ。
- 【請求項 4】 前記突起は、前記振動体の対角線上に設けられていることとを特徴とする請求項 2 に記載の超音波モータ。
- 【請求項 5】 前記突起は、前記振動体の第 1 の辺の中央と前記第 1 の辺と向かい合う第 2 の辺の中央を結ぶ線上にあることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波モータ。
- 【請求項 6】 前記振動体の中心部を支持したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波モータ。
- 【請求項 7】 前記振動体の一つの対角線を支持したことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 8】 前記振動体上の少なくとも一つの対角線上にある少なくとも二つの隅を支持することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 9】 前記振動体上の第一の辺の中央と前記第一の辺と向かい合う第二の辺の中央を結ぶ線上を支持することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波モータ。

【請求項 10】 前記振動体上の第一の辺の中央と前記第一の辺と向かい合う第二の辺の中央の点を支持することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波モータ。

【請求項 11】 前記振動体の前記節に当たる部分には溝部を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波モータ。

【請求項 12】 前記圧電素子は前記振動体の二つの対角線で分けられる 4 つの電極部を有し、このうち二つの電極に駆動信号を印加することで前記振動体を駆動することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 13】 前記圧電素子は前記振動体の各辺の中心点を結んだ領域で分けられる 4 つの電極を有し、このうち二つの電極に駆動信号を印加することで前記振動体を駆動することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波モータ。

【請求項 14】 板状の振動体と、前記振動体に接合され、複数の電極を有する圧電素子を有する圧電駆動体において、前記複数の電極部が設けられた圧電素子の分極方向はすべて同一方向であることを特徴とする圧電駆動体。

【請求項 15】 前記圧電素子は前記振動体の二つの対角線で分けられる 4 つの電極部を有し、このうち二つの電極と残りの二つの電極には 180 度位相が異なる駆動信号を印加することで前記振動体を駆動することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 16】 前記圧電素子は前記振動体の各辺の中心点を結んだ領域で分けられる 4 つの電極を有し、このうち二つの電極と残りの二つの電極には位相が 180 度異なる駆動信号を印加することで前記振動体を駆動することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波モータ。

【請求項 17】 圧電素子を有する振動体と、前記振動体の振動により駆動

される移動体と、前記振動体と前記移動体との間に接触圧を与える加圧部材からなる超音波モータにおいて、

前記加圧部材が前記移動体の回転の案内となることを特徴とする超音波モータ。

【請求項 1 8】 請求項 1 ないし 1 7 に記載の超音波モータもしくは圧電駆動体を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電駆動体と、圧電素子を駆動源とする超音波モータ、およびそれらを用いた電子時計、医療機器、光情報機器、カメラ等の電子機器に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

現在、超音波モータの実用化研究が盛んに行われており、種々の超音波モータが提案されている。しかしながら、実用化されているほとんどのものが円板もしくは円環状の振動体を用い、振動体の周方向への撓み振動を励振することで移動体を駆動している。例えば特公平 6 - 7 7 5 0 にその様な例が示されている。

【0 0 0 3】

また、振動体の製造方法としては、一般に振動体の形状から自動旋盤等による切削で製造されることが知られている。

【0 0 0 4】

一方、最近ではエッチング等のマイクロマシニング技術を利用した超音波モータも考案されている。例えば特開平 1 0 - 3 3 7 0 5 2 にその様な例が開示されている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特公平 6 - 7 7 5 0 に開示されているような従来の超音波モータでは、振動体の周方向の撓み振動を利用している為に、移動体の送り方向の変位すなわち周方向の変位を得るには振動体の板厚を厚くしなければならず、共振周波数の増大を招いていた。そして、特に周方向に対する波数、および径方

向に対する節の数が増えるほど共振周波数を増大させていた。更に、変位を拡大するための突起を有するゆえに、超音波モータの厚みを増大させていた。また、機械加工により一つづつ振動体を加工するために製造コストの増大を招いていた。

#### 【0006】

また、特開平10-337052に示したような構成では、駆動源である圧電素子の面積が小さいために大きな出力が得られず、また複数の片持ち梁を有する構成となっているために、各片持ち梁の共振周波数がばらつき、個々のモータ特性がばらつくという問題を有していた。更には、回転方向が一方向であるという欠点を有していた。

#### 【0007】

上記課題に鑑み、本発明では、小型化しても共振周波数の増大が抑えられるとともに大きな振幅が得られ、高出力で効率のよい超音波モータを実現するとともに、製造方法が簡易で一度に大量生産が可能で品質に優れた超音波モータおよびそれを用いた電子機器を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、本発明の超音波モータは、方形板状の振動体と、前記振動体に接合された圧電素子と、前記振動体に設けられた突起と、前記突起に接触しこれにより駆動される移動体と、を有する超音波モータにおいて、前記圧電素子は前記振動体の対角線上、あるいは前記振動体を二分割又は四分割する線上に節を有する振動波を励振し、前記突起はこの節を外れた位置に設けられたことを特徴とする。このような構成、原理とすることで、振動体の板厚みに関係なく移動体の駆動に必要な振動成分が得られ、振動体更には超音波モータ全体を薄型化することが可能となる。また、振動体の共振周波数を下げられるため、小型化しても大きな振幅が得られ高効率な超音波モータが実現できる。

#### 【0009】

また、振動体に設けた圧電素子に複数の電極を設け、駆動信号を印加する電極を選択するか、もしくは駆動信号の位相を変えることにより、振動体に励振され



る振動の節の位置を移動させ移動体の回転方向を可変できるようにした。

【 0 0 1 0 】

そして、この発明によれば、振動体の形状が方形状のため、ダイシング等によって一度に多数個の振動体を加工することができる。またプレス等を用いて打ち抜き加工をしても原料を余すことなく有効に使用できる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の超音波モータを始めとする圧電駆動体において、複数の電極部が設けられた圧電素子の分極方向はすべて同一方向とした。これにより、例えば振動体に圧電素子を接合した後で分極した場合の歪による変形を抑えたり、あるいは均一にすることが可能になり、振動体と接する移動体との接触状況も良好となる。そして、圧電素子全体を一度に同一方向に分極することにより、分極時に必要な圧電素子の変形を阻害せず、分極がよくかかり、圧電振動体から大きな駆動力を低電圧で得られるようになる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の超音波モータもしくは圧電駆動体を電子機器に備えることにより、電子機器の小型、薄型化、低消費電力化が実現できる。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明につき図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 4 】

＜実施の形態 1＞

図 1 は、本発明の超音波モータ 1 0 0 の平面図及び側面図を示したものである。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、超音波モータ 1 0 0 から移動体 8 を外したところを上部から見たものである。

【 0 0 1 6 】

図 1 において、正方形の振動体 1 には圧電素子 2 が接合されている、振動体 1 は、その中心を支持板 4 に固定された中心軸 5 によって例えば打込み固定されて

いる。移動体 8 の溝部 8 a には加圧部材 6 の段部 6 a が系合され、移動体 8 の面内方向への動きを拘束する。加圧部材 6 は中心部の穴 6 a が中心軸 5 で案内され、移動体 8 とともに回転する。穴 6 a には、耐摩耗性に富み、低摩擦係数を有する材料、例えばエンジニアプラスチック製のブッシュ、含油軸受、セラミクス軸受等を設けてもよい。また、玉軸受等でも構わない。

## 【 0 0 1 7 】

また、加圧部材 6 の中心部は中心軸 5 に固定された固定部材 7 により撓まされ、移動体 8 と振動体 1 に設けられた突起 1 a の間に接触圧を与えている。

## 【 0 0 1 8 】

以下に、本発明における超音波モータ 1 0 0 の駆動原理について説明する。図 2 において、振動体 1 上には突起 1 a が中心軸 5 を中心として点対称の位置に 2 個設けられている。ここでは、振動体 1 の辺に沿ってその辺の midpoint にあたる部分に突起 1 a がそれぞれ設けられている。振動体 1 には、これに接合された圧電素子 2 によって、一つの対角線 1 0 a を節とする定在波が励振される。この時、中心軸方向に上昇した突起 1 a の先端は、矢印 1 1 a、1 1 b の方向（対角線 1 0 a に対して垂直な方向）にも変位する。したがって、移動体 8 は矢印 1 2 の方向に回転する。

## 【 0 0 1 9 】

一方、もう一つの対角線 1 0 b を節とする定在波を励振すれば、突起 1 a の先端は矢印 1 1 c、1 1 d の方向に変位するから、移動体 8 は矢印 1 3 の方向に回転する。

## 【 0 0 2 0 】

このように、突起 1 a を 2 個有し、振動体の中心を基準として第一の突起と第二の突起を点対称の位置に設けることで、移動体 3 の回転方向に関係なく超音波モータ 1 0 0 の出力特性は一定となる。突起 1 a は四隅を外れた位置にであれば原理的にはどこに設けられてもよく、また突起 1 a は一つであってもよい。

## 【 0 0 2 1 】

次に、振動体 1 の対角線上に節を有する振動波を励振する圧電素子 2 の電極構造について説明する。

## 【 0 0 2 2 】

図 3 において、圧電素子 2 の一方の面は、振動体 1 の互いに平行な辺の midpoint 同士を結ぶことで格子状に分けられた領域に、4 つの電極 3 b、3 c、3 d、3 e を有している。図示しないが、圧電素子 2 の他方の面には全体に渡って電極 3 a が設けられており、全ての部分で厚み方向と同一方向に分極処理がされている。図中の + は分極方向を指す。ここで電極 3 a と電極 3 b、3 e の間に駆動信号を印加すると、図 2 における対角線 1 0 b を節とする定在波が発生する。今度は電極 3 a と電極 3 c、3 d の間に駆動信号を印加すると、図 2 における対角線 1 0 a を節とする定在波が発生する。

## 【 0 0 2 3 】

次に、圧電素子 2 の電極構造の別の例を図 4 に示す。図 4 において圧電素子 2 の一方の面は、振動体 1 の二つの対角線で三角形状に分けられた領域に、4 つの電極部 3 f、3 g、3 h、3 i を有しており、全ての部分で厚み方向と同一方向に分極処理がされている。圧電素子 2 の他方の面には全体に渡って電極 3 a が設けられている。この 4 つの電極部 3 f、3 g、3 h、3 i のうち、隣り合う二つの電極に駆動信号を印加することで、振動体 1 に振動波を励振する。

## 【 0 0 2 4 】

例えば、電極 3 a と電極 3 f、3 g もしくは電極 3 a と電極 3 h、3 i の間に駆動信号を印加することにより、図 2 における対角線 1 0 a を節とする定在波が発生する。今度は電極 3 a と電極 3 f、3 i もしくは電極 3 a と電極 3 g、3 h の間に駆動信号を印加することにより、図 2 における対角線 1 0 b を節とする定在波が発生する。

## 【 0 0 2 5 】

次に、突起 1 a の位置に関する別の例を示す。

## 【 0 0 2 6 】

図 5 は、振動体 1 の外側に突起 1 a を張り出した例である。移動体 8 が振動体 1 の突起 1 a のみと接するようにすれば、突起 1 a は振動体 1 と同一平面状にあっても構わない。このような構造とすることにより、エッチング等のプロセスによって一度に振動体 1 が製造できるとともに、超音波モータ 1 0 0 の薄型化が図

れる。

#### 【 0 0 2 7 】

図 6 は、突起 1 a の位置をずらした例である。前記突起を 2 個有し、第一の突起から第一の隅までの距離と、第二の突起から前記第一の隅と対角にある第二の隅までの距離を等しくした。このように突起 1 a を振幅の小さい側に配置とすることで、加圧部材 6 からの加圧力に対しても振動振幅が抑えられることがなくなり、中心からの距離が遠くなることで発生するトルクも大きくすることができる。

#### 【 0 0 2 8 】

図 7 も、突起 1 a を振動振幅が小さい側に持ってきた例である。この場合も加圧力に対する振動振幅の低下を抑えることができる。

#### 【 0 0 2 9 】

ここでは一本の節を有する振動モードを用いたが、この節と平行な複数の節を有する振動モードを利用しても構わない。また、節円を有する振動モードを利用しても構わない。

#### 【 0 0 3 0 】

##### ＜実施の形態 2＞

次に、本発明の別の実施例について説明する。

#### 【 0 0 3 1 】

超音波モータの基本的な構成は図 1 と変わりはないので、突起 1 a の位置および圧電素子 2 の駆動方法について説明する。

#### 【 0 0 3 2 】

図 8 は、図 1 の超音波モータ 1 0 0 から移動体 8 を外したところを上部から見たものである。

#### 【 0 0 3 3 】

図 8 において、振動体 1 は圧電素子 2 によって振動体 1 の第一の辺の中央と、前記第一の辺と向かい合う第二の辺の中央を結ぶ線上に、節 1 0 c を有する振動波を励振する。

#### 【 0 0 3 4 】

突起 1 a は節を外れた位置、例えば振動体の対角線上に設けている。この時、中心軸方向に上昇した突起 1 a は、矢印 1 1 e、1 1 f の方向（対角線 1 0 c に対して垂直方向）にも変位する。したがって、移動体 3 は矢印 1 3 の方向に回転する。一方、1 0 d を節とする定在波を励振すれば、突起 1 a の先端は矢印 1 1 g、1 1 h の方向（対角線 1 0 d に対して垂直方向）に変位するから、移動体 3 は矢印 1 3 と逆の矢印 1 2 の方向に回転する。

## 【 0 0 3 5 】

このように突起 1 a を 2 個有し、対角線上にこれらを設けることにより、移動体 8 の回転方向に関係なく超音波モータ 1 0 0 の出力特性は一定となる。突起 1 a は節を外れた位置にであれば原理的にはどこでもよく、また突起 1 a は一つでもよい。

## 【 0 0 3 6 】

本実施の形態に用いる圧電素子 2 の電極構造は、図 3 に示したもので構わない。その場合、電極 3 a と電極 3 b、3 d もしくは 3 c、3 e の間に駆動信号を印加すると、対角線 1 0 c を節とする定在波が発生する。今度は電極 3 a と電極 3 b、3 c もしくは 3 d、3 e の間に駆動信号を印加すると、対角線 1 0 d を節とする定在波が発生する。

## 【 0 0 3 7 】

圧電素子 2 の電極構造には、図 4 に示すものを用いても構わない。その場合、図中の四つの電極部 3 f、3 g、3 h、3 i のうち、向かい合う二つの電極に駆動信号を印加して振動体 1 に振動波を励振する。

## 【 0 0 3 8 】

例えば電極 3 a と電極 3 f、3 h の間に駆動信号を印加することにより、対角線 1 0 c を節とする定在波が発生する。今度は電極 3 a と電極 3 g、3 i の間に駆動信号を印加することにより、対角線 1 0 d を節とする定在波が発生する。

## 【 0 0 3 9 】

ここでは一本の節を有する振動モードを用いたが、この節と平行な複数の節を有する振動モードを利用しても構わない。また、節円を有する振動モードを利用しても構わない。

## 【 0 0 4 0 】

例えば図 9 に示す様に、節 1 0 c の他に、節 1 0 c と平行な節 1 0 c'、1 0 c'' を有する定在波 A を励振する（図中、節は直線で示してあるが、実際には曲線を伴うことも有る）。このように、節を複数有する高次の振動モードは電気機械結合係数が高く、低電圧で高出力を得ることができる。この時、振動の節及び腹を外れた位置にある突起 1 a は上昇した際に矢印 1 1 i、1 1 j の方向にも変位する。従って、移動体 8 は矢印 1 2 の方向に回転する。一方、節 1 0 d、1 0 d'、1 0 d'' を有する定在波を励振すれば突起 1 a の先端は矢印 1 1 k、1 1 l の方向に変位するから移動体 8 は矢印 1 2 とは逆の矢印 1 3 の方向に回転する。

## 【 0 0 4 1 】

駆動に用いる圧電素子 2 の電極構造は、図 3 に示したもので構わない。その場合、電極 3 a と電極 3 b、3 c もしくは電極 3 a と電極 3 d、3 e の間に駆動信号を印加すると、節 1 0 c、1 0 c'、1 0 c'' を有する定在波が励振される。今度は電極 3 a と電極 3 c、3 e もしくは電極 3 a と電極 3 b、3 d の間に駆動信号を印加すると、節 1 0 d、1 0 d'、1 0 d'' を有する定在波が励振される。また、例えば図 1 0 に示すように電極 3 a と電極 3 b、3 c との間と電極 3 a と電極 3 d、3 e との間に位相が 1 8 0 度異なる駆動信号を印加すると、節 1 0 c、1 0 c'、1 0 c'' を有する定在波が励振される。そして電極 3 a と電極 3 b、3 d との間と電極 3 a と電極 3 c、3 e との間に位相が 1 8 0 度異なる駆動信号を印加すると、節 1 0 d、1 0 d'、1 0 d'' を有する定在波が励振される。

## 【 0 0 4 2 】

この様に、本発明による圧電素子 2 を用いることにより、より大きな出力を得ることができる。

## 【 0 0 4 3 】

ここで振動体 1 には正方形を用いたが、長方形でも曲面を有する形状でも構わない。

## 【 0 0 4 4 】

即ち、以上示したような振動モードが励振でき、超音波モータ 1 0 0 を構成できれば振動体 1 の形状は任意である。

#### 【 0 0 4 5 】

##### ＜実施の形態 3＞

次に、本発明の別の実施例について説明する。超音波モータの基本的な構成は図 1 と変わりはないので、突起 1 a の位置および圧電素子 2 の駆動方法について説明する。

#### 【 0 0 4 6 】

図 1 1 は、図 1 の超音波モータ 1 0 0 から移動体 3 を外したところを上部から見たものである。

#### 【 0 0 4 7 】

図 1 1 において振動体 1 は、圧電素子 2 によって振動体 1 の第一の辺の中央と前記第一の辺と向かい合う第二の辺の中央を結ぶ線上と、第三の辺の中央と前記第三の辺と向かい合う第四の辺の中央を結ぶ線上に、節 1 0 c および 1 0 d を有する振動波を励振する。突起 1 a は、節および腹を外れた位置に設けている。図 1 1 のように突起 1 a を設けた場合、突起 1 a の先端は中心軸方向に上昇するとともに矢印 1 1 m、1 1 n の方向にも変位する。したがって、移動体 8 は矢印 1 3 の方向に回転する。突起 1 a は節および対角線を外れた位置にであれば原理的にはどこでもよく、また突起 1 a は一つでもよいし、あるいは各節に対象に四つ設けても構わない。

#### 【 0 0 4 8 】

圧電素子 2 の電極構造は、例えば図 3 と同じ物を用いても構わない。その場合は、対角に当たる電極、すなわち電極 3 a と電極 3 b、3 e の間、もしくは電極 3 a と電極 3 c、3 d の間に駆動信号を印加すればよい。また電極 3 a と電極 3 b、3 d との間と電極 3 a と 3 c、3 e の間に位相が 1 8 0 度異なる駆動信号を印加しても構わない。その場合、振動体 1 の第一の辺の中央と前記第一の辺と向かい合う第二の辺の中央を結ぶ線上と、第三の辺の中央と前記第三の辺と向かい合う第四の辺の中央を結んだ線上に、節 1 0 c および 1 0 d を有する振動波を励振する。また、対角に当たる部分、例えば電極 3 b と 3 e と、電極 3 c と 3 d 部

を夫々一組として二つの組の分極方向を逆方向にすれば、各電極に印加する駆動信号の位相は同じで構わない。

#### 【 0 0 4 9 】

図4の圧電素子2および電極3 a, 3 f, 3 g, 3 h, 3 iを用い、電極3 aと3 i、3 gとの間と電極3 aと電極3 f、3 aとの間に位相が180度異なる駆動信号を印加することで、図12に示すように二つの対角線を節とする振動波が励振される。この時、図12における突起1 aは振動体1の二つの対角線上にある節を外れる位置に設けられているために、突起1 aの先端は中心軸方向に上昇するとともに矢印11 o、11 pの方向にも変位する。したがって、移動体8は矢印13の方向に回転する。

#### 【 0 0 5 0 】

この様に、本発明によれば、圧電素子全体を使って振動波を励振することができるので、超音波モータ100の出力が大きくなる。

#### 【 0 0 5 1 】

勿論、向かい合う二つの電極3 i, 3 gもしくは3 f、3 hの電極のみに駆動信号を印可しても構わない。また上記振動モードの高次モードである節円を有する振動モードを利用しても構わない。

#### 【 0 0 5 2 】

##### <実施の形態4>

次に、振動体1の支持方法に関する例を示す。

#### 【 0 0 5 3 】

図13は、実施例2に示す振動体1の一つの対角線上にある二つの隅1 bを支持した例である。図13において、振動体1は突起1 aを有する励振部と固定部1 c（図13中の斜線部）とに分けられ、対角線上にある二つの隅1 bを介してつながれた構造となっている。このような構造とすることで、振動体1の支持部1 b、固定部1 cを含めてエッチング等で一度に加工することができる。また、一つの対角線を拘束する形となるので、他の不要な振動モードの発生を抑えることができる。実施例3の振動体1を支持する場合には、同様に節部の近辺を支持すればよい。



## 【 0 0 5 4 】

図14は、振動体1の一つの対角線を固定部材14により固定支持した例である。図14（a）は上面図、（b）は側面図である。振動体1は、固定部材14を介して支持板4に固定される。振動体1と固定部材14の間、あるいは固定部材14と支持板4の間は接着剤、溶接等によって接合されていてもよいし、あるいは両者を一体的に加工して製作しても構わない。これによって、他の不要な振動モードの発生を抑えるとともに、加圧部材6からの加圧力に対して強い構造になるため、高トルクの発生が可能となる。実施例3の振動体1を支持する場合には同様に節となる線上を支持すればよい。

## 【 0 0 5 5 】

## ＜実施の形態5＞

図15は、実施例1の振動体において、振動体1の対角線上、即ち振動の節の位置に溝を設けた例である。（a）は上面図、（b）は側面図である。このような構造とすることで、振動の支点となる節部の剛性を低下させ振動振幅を増大させることが可能になるとともに、共振周波数を低下させることができる。また、不要な振動モードの発生を抑えることができる。

## 【 0 0 5 6 】

実施例3の振動体1の場合にも同様に、節となる線上に溝1cを設ければよい。また、溝に係らず、節上の一部に穴等の手段によって剛性を低下させる手段を設ければ同様の効果が得られる。

## 【 0 0 5 7 】

## ＜実施の形態6＞

圧電素子2を振動体1に接合した後で分極処理をする場合、実施例1, 2, 3に示したように複数の電極からなる分極領域を同一方向に分極処理することが極めて有効となる。

## 【 0 0 5 8 】

この際、圧電素子2からなる薄膜、厚膜をスパッタ法、ソル・ゲル法、印刷法、イオンビーム法、分子線エピタキシー法、レーザーアブレーション法、ガスデポジション法、電気泳動法、（MO）CVD法等のプロセスを使って接着剤を用

いずに成膜すると特に有効である。分極時には歪を生じるが、同一平面状で異なる方向の分極処理を行うと歪の方向が異なり、圧電素子 2 と接合された振動体 1 に複雑な変形を生じさせる。このため、振動体 2 と移動体 8 の接触が不均一になりモータ特性の低下を招く。また、分極方向の変わる境界に大きな歪を生じ、圧電素子 2 と振動体 1 の接合部の剥離等の問題を生じる恐れがある。これに対し、全ての分極方向を同方向とし歪を均一とすることで、以上の様な問題を抑えることができる。接着剤を用いて圧電素子 2 を接合した後で分極を行う場合も同様の効果が得られるが、接着剤は分極時の歪みをある程度吸収するので、接着剤を用いずに直接接合する場合の方が効果は大きい。

## 【 0 0 5 9 】

例えば実施の形態 2, 3 に示した様に全ての分極方向を同じとし、印加する電圧信号の位相を 1 8 0 度変えた二つの信号を印加することで、分極方向を変えた場合と同様の振動を発生することができる。

## 【 0 0 6 0 】

ところで、このようにスパッタ、ゾルゲル法等のプロセスを用いた場合、電極 3 a は必ずしも必要ではない。振動体 1 が導体であれば振動体 1 が圧電素子 2 の電極を兼ねることができる。

## 【 0 0 6 1 】

また、電極 3 の形状や振動体 1 の形状等は本発明に示す限りではなく、複数の電極を有する圧電素子 2 を有する圧電駆動体であればなんでも構わない。従って圧電素子 2 を有するアクチュエータ、センサ、トランス、フィルター等が本実施例の範疇に含まれる。

## 【 0 0 6 2 】

## 〈実施の形態 7〉

図 16 に、本発明を超音波モータ付き電子機器に適用した実施の形態 7 のブロック図を示す。

## 【 0 0 6 3 】

超音波モータ付き電子機器 2 0 0 は、所定の分極処理を施した圧電素子 2 を接合した振動体 1 と、振動体 1 により駆動される移動体 8 と、振動体 1 と移動体 8 を

加圧接触させる加圧部材 6 と、移動体 8 と連動して稼動する伝達機構 1 4 と、伝達機構 1 4 の動作に基づいて運動する出力機構 1 5 を備えることにより実現する。

#### 【 0 0 6 4 】

ここで、伝達機構 1 4 には例えば歯車、摩擦車等の伝達車を用いる。出力機構 1 5 には、例えばカメラにおいてはシャッタ駆動機構、レンズ駆動機構を、電子時計においては指針駆動機構、カレンダー駆動機構を、光学機器においてはフィルタ駆動機構、ミラー駆動機構等を用いる。

#### 【 0 0 6 5 】

超音波モータ付き電子機器 2 0 0 としては、例えば、電子時計、計測器、カメラ、プリンタ、印刷機、工作機械、ロボット、移動装置、医療機器、光学機器、情報機器などに適用される。

#### 【 0 0 6 6 】

尚、移動体 8 に出力軸を取りつけ、出力軸からトルクを伝達する為の動力伝達機構を有する構成にすれば、超音波モータ単体で駆動機構が実現される。

#### 【 0 0 6 7 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の超音波モータによれば、振動体の板厚みに関係なく移動体の駆動に必要な振動成分が得られ、振動体更には超音波モータ全体を薄型化することが可能となる。また振動体の共振周波数を下げられるため、小型化しても大きな振幅が得られ、高効率な超音波モータが実現できる。また、許容周波数等から生じる駆動回路の制限を小さくすることが可能となるとともに、消費電流を抑えることができる。

#### 【 0 0 6 8 】

また、電氣的に単相信号で駆動でき、更に回転方向を切り替える場合にも振動体に設けた圧電素子に複数の電極を設け、駆動信号を印加する電極を選択するだけで振動体に励振される振動の節の位置を移動させ、移動体の回転方向を可変できるため、自励発振回路による駆動が容易に実現できる。

#### 【 0 0 6 9 】

更には、振動体の形状が方形状のため、ダイシング等によって一度に多数個のものを加工できる。またプレス等を用いて打ち抜き加工をしても材料を材料を余すことなく使用できる。

【 0 0 7 0 】

また、本発明の超音波モータを始めとする圧電駆動体において、複数の電極部が設けられた圧電素子の分極方向はすべて同一方向とした。これにより例えば振動体に圧電素子を接合した後で分極した場合の歪による変形を抑えたり、あるいは均一にすることができ、振動体と接する移動体との接触状況を良好とし、効率の低下を防ぐとともに製品個々のばらつきを小さくすることが可能となる。そして、圧電素子全体を一度に同一方向に分極することにより分極がよくかかり、圧電振動体から大きな駆動力を低電圧で得られるようになる。

【 0 0 7 1 】

そして超音波モータもしくは圧電駆動体を電子機器に備えることにより電子機器の小型、薄型化、低消費電力化が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の超音波モータの構造を示す断面図である。

【図 2】

実施の形態 1 における超音波モータの原理を説明する図である。

【図 3】

実施の形態 1 における圧電素子の図である。

【図 4】

実施の形態 1 における圧電素子の別の例を示す図である。

【図 5】

実施の形態 1 に係る突起の位置の第 2 の例を示す図である。

【図 6】

実施の形態 1 に係る突起の位置の第 3 の例を示す図である。

【図 7】

実施の形態 1 に係る突起の位置の第 4 の例を示す図である。

【図 8】

実施の形態 2 における超音波モータの原理を示す図である。

【図 9】

実施の形態 2 における超音波モータの別の原理を示す図である。

【図 1 0】

実施の形態 2 における超音波モータの駆動信号の印加の仕方を示す図である。

【図 1 1】

実施の形態 3 における超音波モータの原理を示す図である。

【図 1 2】

実施の形態 3 における超音波モータの別の原理を示す図である。

【図 1 3】

本発明の超音波モータの支持方法の第 2 の例を示す図である。

【図 1 4】

本発明の超音波モータの支持方法の第 3 の例を示す図である。

【図 1 5】

本発明の超音波モータの振動体形状の別の例を示す図である。

【図 1 6】

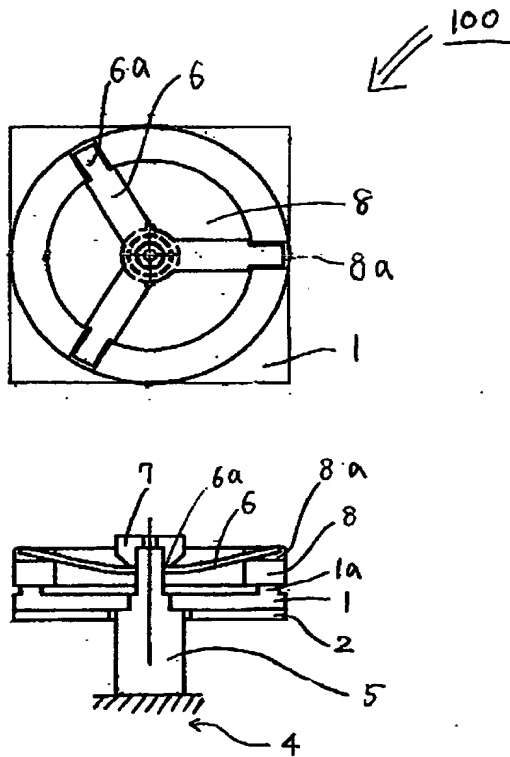
本発明の超音波モータを用いた電子機器のブロック図を示す説明図である。

【符号の説明】

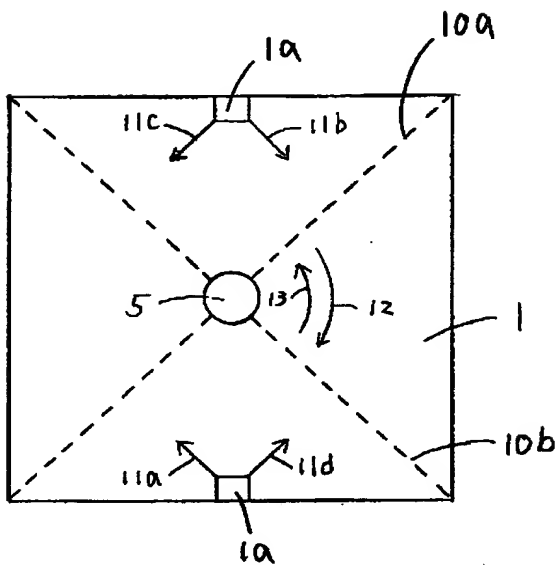
- 1 0 0 超音波モータ
- 1 振動体
- 1 a 突起
- 2 圧電素子
- 3 電極
- 4 支持板
- 5 中心軸
- 6 加圧部材
- 7 固定部材
- 8 移動体

【書類名】 図面

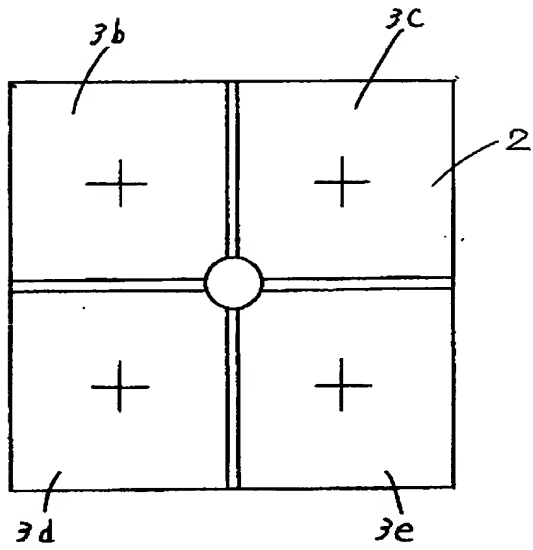
【図1】



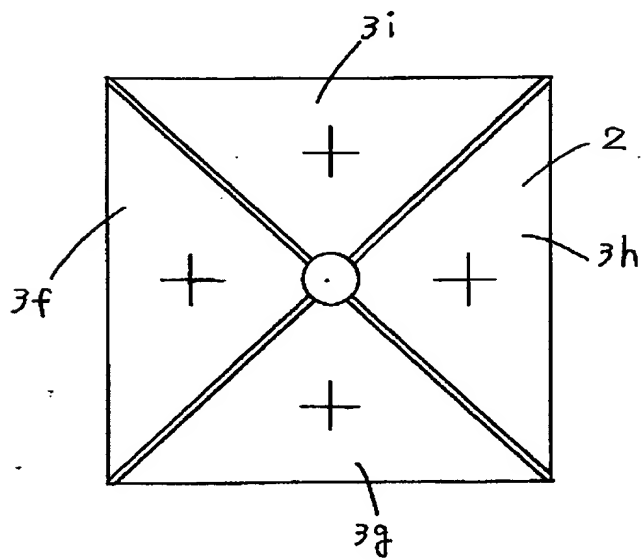
【図2】



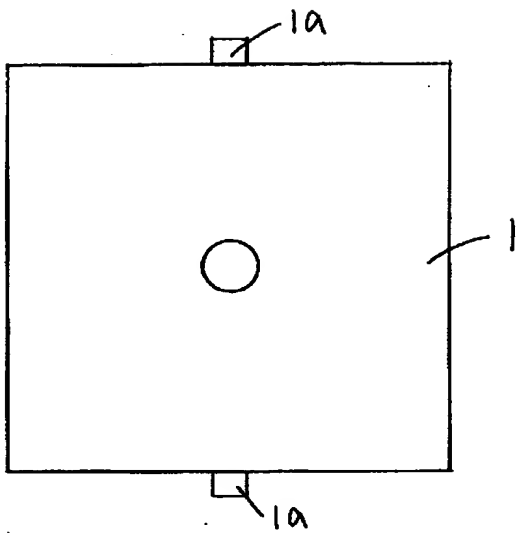
【図 3】



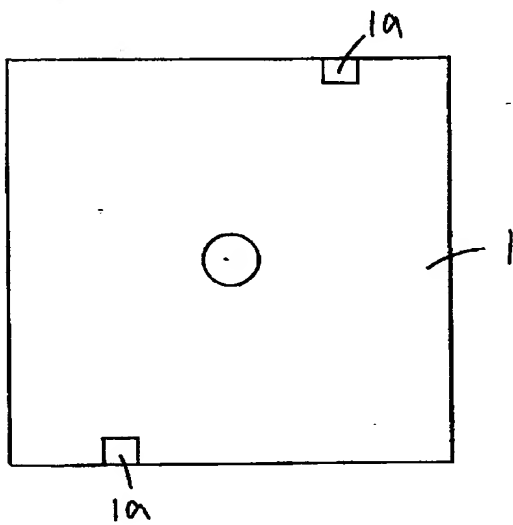
【図 4】



【図 5】

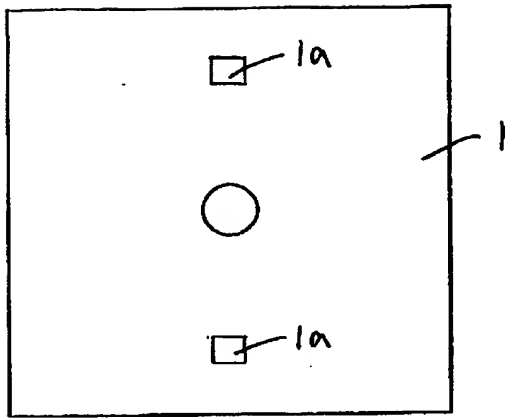


【図 6】

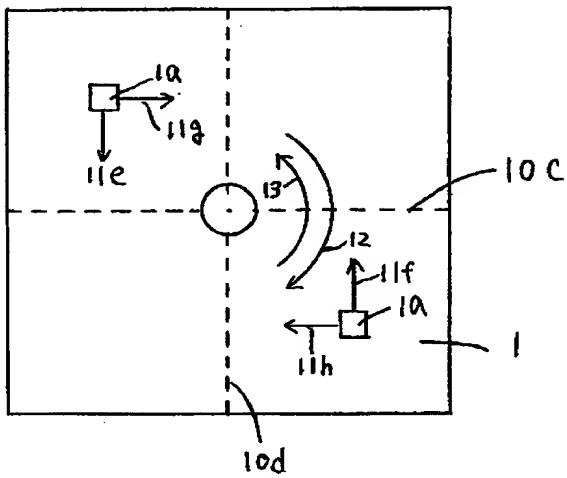




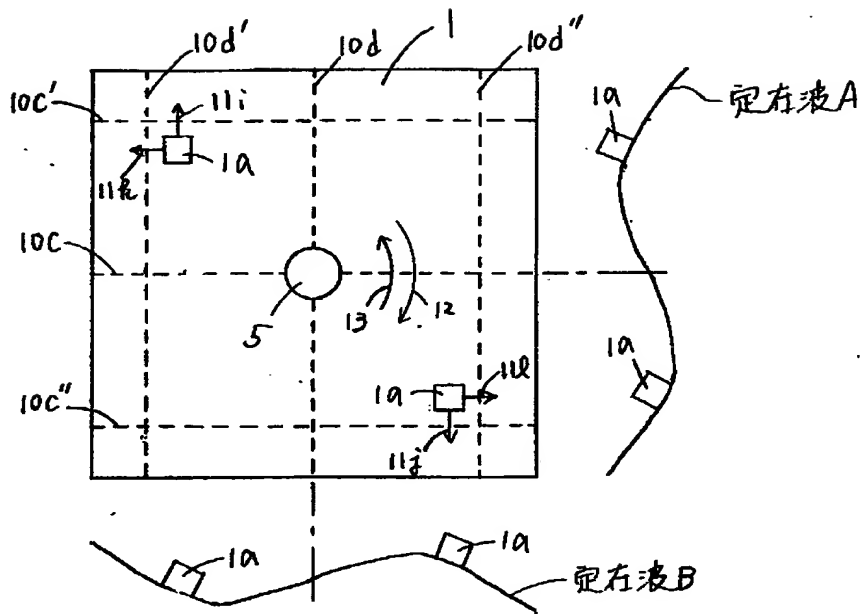
【図 7】



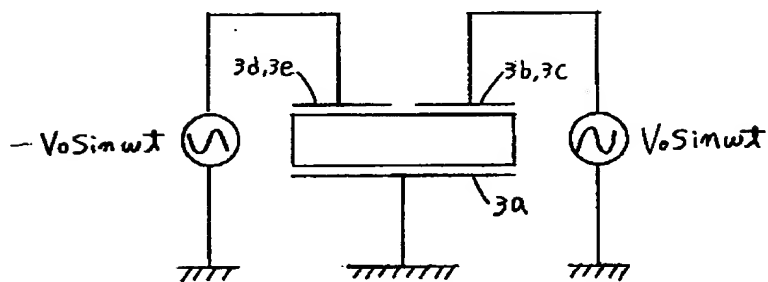
【図 8】



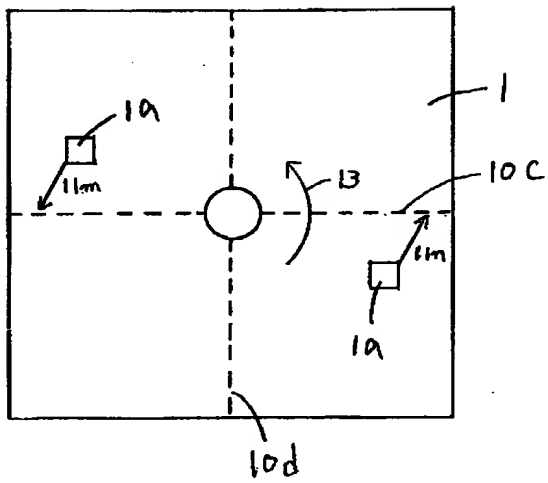
【図 9】



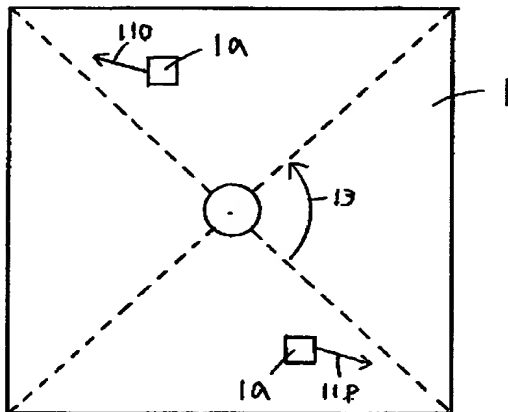
【図 10】



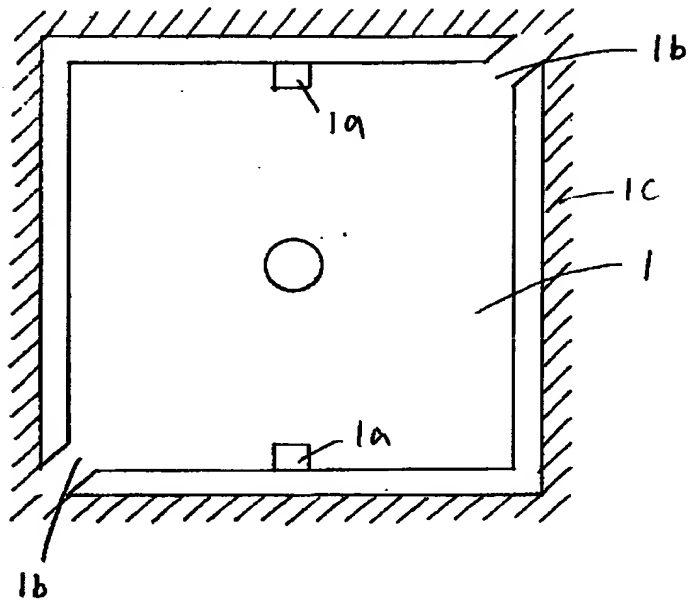
【図 1 1】



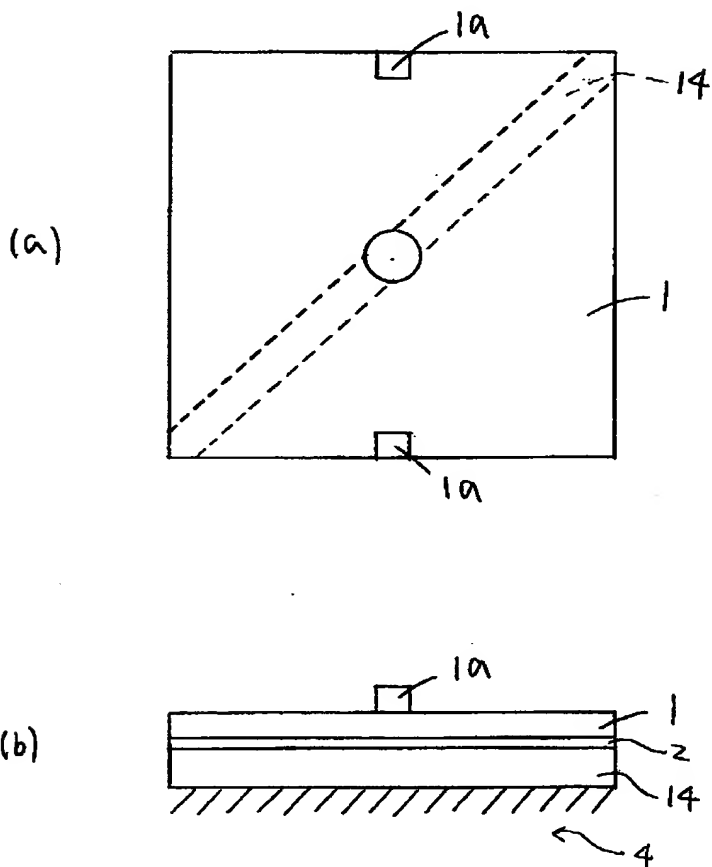
【図 1 2】



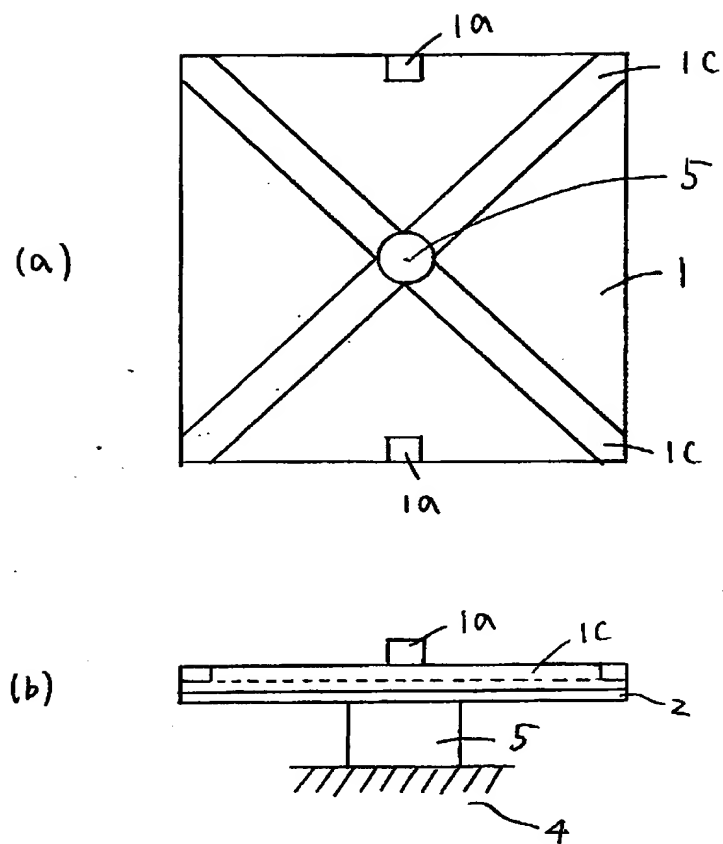
【図13】



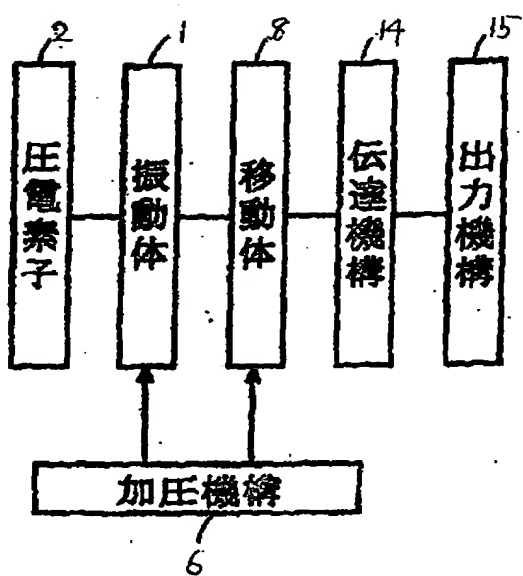
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動体の共振周波数を低減させ、小型化しても高効率な超音波モータを得る。また、バッチ処理が可能で大量生産が可能な構造とする。

【解決手段】 本発明の超音波モータでは、方形状の振動体を用い、振動体の少なくとも一部に設けられた圧電素子と、振動体に設けられた突起と、移動体からなる構成とした。そして圧電素子は振動体の対角線上に節を有する振動波を励振するようにした。

また、振動体に設けた圧電素子に複数の電極を設け駆動信号を印加する電極を選択することにより振動体に励振される振動の節の位置を移動させ移動体の回転方向を可変できるようにした。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002325]

1. 変更年月日	1997年 7月23日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社